

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11036802  
PUBLICATION DATE : 09-02-99

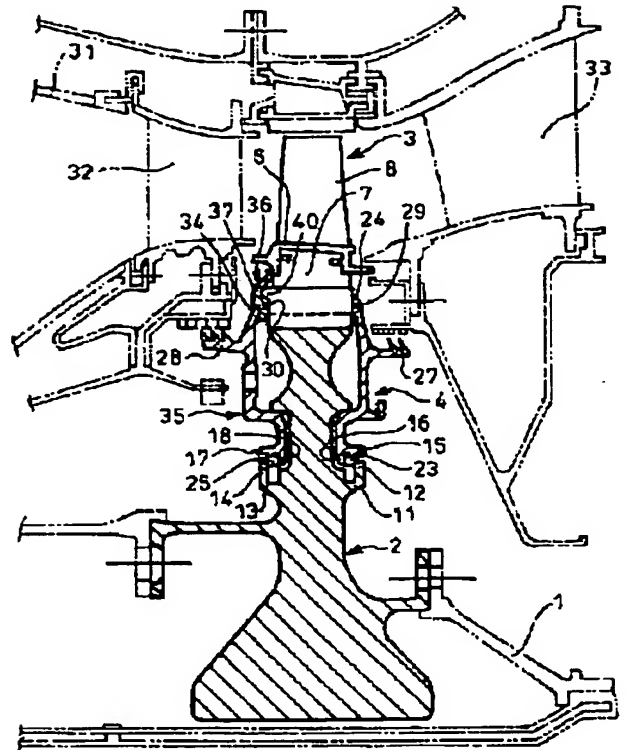
APPLICATION DATE : 25-07-97  
APPLICATION NUMBER : 09200289

APPLICANT : ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND  
CO LTD;

INVENTOR : IIO SHINJI;

INT.CL. : F01D 5/02 F01D 5/30 F01D 11/02

TITLE : TURBINE ROTOR



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To increase the number of rotations and rise temperature.

SOLUTION: By a rear seal 4 installed at the rear end of a turbine disk 2 backward displacement is restricted in a disk axial direction of a high pressure turbine moving blade 3 whose dove tail 7 is fitted to the turbine disk 2. A plurality of dividing retainers 36 arranged along a disk circumferential direction at a front end of the turbine disk 2 are then pressed against the front end of the turbine disk 2 by a pressing portion 34 of a front seal 35 installed in the turbine disk 2, resulting in restricting a forward displacement in the disk axial direction of the high pressure turbine moving blade 3. A space between a platform 6 of the high pressure turbine moving blade 3 and another peripheral surface of the turbine disk 2 is closed from a front in the disk axial direction to prevent application of stress in a circumferential direction to each of the dividing retainers 36.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-36802

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月9日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

F 0 1 D 5/02

F 0 1 D 5/02

5/30

5/30

11/02

11/02

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-200289

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月25日

(71) 出願人 000000099

石川島播磨重工業株式会社

東京都千代田区大手町2丁目2番1号

(72) 発明者 飯尾 真司

東京都田無市向台町三丁目5番1号 石川

島播磨重工業株式会社田無工場内

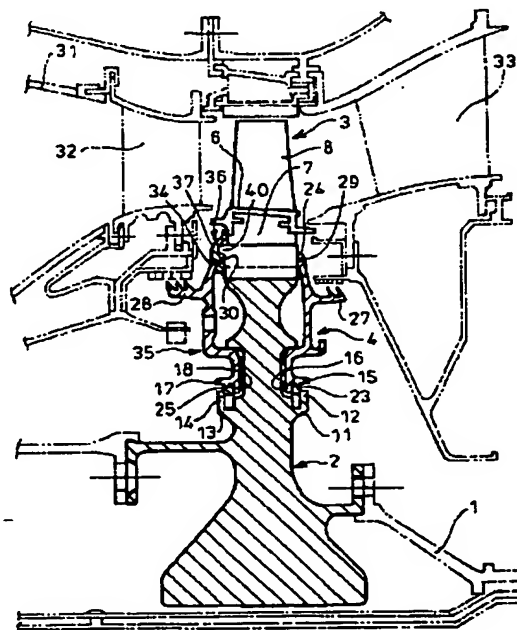
(74) 代理人 弁理士 山田 恒光 (外1名)

(54) 【発明の名称】 タービンロータ

(57) 【要約】

【課題】 高回転数化並びに高温化を図ることが可能なタービンロータを提供する。

【解決手段】 タービンディスク2の後端に装着した後部シール4によって、タービンディスク2にダブテール7が嵌合された高圧タービン動翼3のディスク軸線方向後方への変位を拘束し、タービンディスク2の前端にディスク周方向に沿うように配置した複数の分割リテーナ36を、タービンディスク2に装着した前部シール35の押圧部34によりタービンディスク2の前端へ押圧して、高圧タービン動翼3のディスク軸線方向前方への変位を拘束し、また、高圧タービン動翼3のプラットホーム6とタービンディスク2の外周面との間の空隙をディスク軸線方向前方側から閉塞し、分割リテーナ36のそれぞれに対して周方向応力が作用しないようにする。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** 外縁部にディスク軸線方向へ延びるダブテール嵌合溝が周方向に等間隔に設けられたタービンディスクと、該タービンディスクの外周部に対峙するブラットホームからディスク径方向内方へ延びて前記のダブテール嵌合溝に嵌合するダブテール及びブラットホームからディスク径方向外方へ延びる動翼本体を有するタービン動翼と、ダブテールの後端に当接するリテーナを有し且つタービンディスクの後端に装着された環状の後部シールと、ブラットホームとタービンディスクの外周面との間に形成される空隙をディスク軸線方向前方側から閉塞し且つディスク周方向に連なるように配置された複数の分割リテーナと、該分割リテーナをダブテールの前端に対して押圧するようにタービンディスクの前端に装着された環状の前部シールとを備えてなることを特徴とするタービンロータ。

**【請求項2】** タービンディスクの前端に、ディスク軸線方向前方へ突出する突出部を設け、分割リテーナのそれぞれに、前記の突出部に嵌合する径方向移動防止用凹陥部を形成した請求項1に記載のタービンロータ。

**【請求項3】** 分割リテーナのそれぞれに、タービンディスクのダブテール嵌合溝のディスク軸線方向前端部に嵌合する周方向移動防止用突起を設けた請求項1あるいは請求項2のいずれかに記載のタービンロータ。

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

**【発明の属する技術分野】** 本発明はタービンロータに関するものである。

**【0002】**

**【従来の技術】** 図8から図17は、近年研究開発が行われている航空用エンジンに適用される単段型の高圧タービンロータの一例を示すもので、このタービンロータは、中空構造の高圧タービンシャフト1にボルト締結されたタービンディスク2と、該タービンディスク2の外縁部に周方向に等間隔に装着された複数の高圧タービン動翼3と、タービンディスク2の後端に同軸に装着された後部シール4と、タービンディスク2の前端に同軸に装着された前部シール5とを備えている(図8参照)。

**【0003】** 高圧タービン動翼3は、タービンディスク2の外周部近傍に位置するブラットホーム6と、該ブラットホーム6のディスク寄り部分からディスク径方向内方へ延びるダブテール7と、前記ブラットホーム6の反ディスク寄り部分からディスク径方向外方へ延びる動翼本体8とから構成されており、ダブテール7の端部には、ディスク周方向へ突出する嵌合凸部9が形成されている(図9参照)。

**【0004】** タービンディスク2の外縁部には、高圧タービン動翼3のダブテール7に合致した断面形状を有してディスク軸線方向へ延びるダブテール嵌合溝10が周方向に等間隔に設けられており、該ダブテール嵌合溝10にダブテール7を嵌合させることによって、高圧タービン動翼3のディスク径方向及びディスク周方向への変位を拘束し、また、隣接する高圧タービン動翼3のブラットホーム6を相互に密接した状態に保持している。

**【0005】** タービンディスク2の後端部には、ディスク外縁と内縁との中間部分からディスク軸線方向後方へ張り出し且つディスク周方向に延びる嵌着座11と、該嵌着座11のディスク軸線方向後縁部分からディスク径方向外方へ向ってディスク周方向に等間隔に突出するリング押え部12とが設けられており、所定のリング押え部12には、ディスク径方向内方へ向って窪む回り止め凹部19が形成されている(図11及び図12参照)。

**【0006】** タービンディスク2の前端部には、ディスク外縁と内縁との中間部分からディスク軸線方向前方へ張り出し且つディスク周方向に延びる嵌着座13と、該嵌着座13のディスク軸線方向前縁部分からディスク径方向外方へ向ってディスク周方向に等間隔に突出するリング押え部14とが設けられており、所定のリング押え部14には、ディスク径方向内方へ向って窪む回り止め凹部21が形成されている(図11及び図12参照)。

**【0007】** 後部シール4の内縁部には、シール軸線方向後方へ張り出し且つシール周方向に延びる嵌着座15と、該嵌着座15のシール軸線方向前縁部分からシール径方向内方へ向ってシール周方向に等間隔に突出するリング受け部16と、嵌着座15のシール軸線方向後縁部分からシール径方向内方へ突出し且つ前記の回り止め凹部19に嵌合可能な回り止め凸部20とが設けられている(図10参照)。

**【0008】** 上記のリング受け部16の間隔及び突出寸法は、タービンディスク2のリング押え部12の間隔及び突出寸法と等しくなるように設定されている。

**【0009】** この後部シール4は、C形止め輪状の切り欠きリング23を介してタービンディスク2の後端に装着されている(図12から図17参照)。

**【0010】** 後部シール4をタービンディスク2の後端に装着する際には、タービンディスク2の嵌着座11に切り欠きリング23を、該切り欠きリング23の後端面がリング押え部12のディスク軸線方向前側に位置するように外嵌させ、切り欠きリング23の外径が縮小するように、該切り欠きリング23の両端部を相互に近接した状態に拘束しておく。

**【0011】** 次いで、タービンディスク2のリング押え部12の間にリング受け部16が位置するように、後部シール4をタービンディスク2の後端に同軸に対峙させたうえで、シール軸線方向前方へ後部シール4を移動させ、リング受け部16を切り欠きリング23よりもシール軸線方向前方側に位置させる。

**【0012】** 更に、回り止め凹部19に回り止め凸部20が嵌合し且つシール軸線方向に見て、リング押え部12とリング受け部16とが重なり合うように、後部シール4をタービンディスク2の後端に同軸に対峙させたうえで、シール軸線方向前方へ後部シール4を移動させ、リング受け部16を切り欠きリング23よりもシール軸線方向前方側に位置させる。

**【0013】** 更に、回り止め凹部19に回り止め凸部20が嵌合し且つシール軸線方向に見て、リング押え部12とリング受け部16とが重なり合うように、後部シール4をタービンディスク2の後端に同軸に対峙させたうえで、シール軸線方向前方へ後部シール4を移動させ、リング受け部16を切り欠きリング23よりもシール軸線方向前方側に位置させる。

ル4をシール周方向へ回動させた後、切り欠きリング23の両端部の拘束を解除して、該切り欠きリング23の外径を拡大させる。

【0013】これにより、切り欠きリング23がリング押え部12とリング受け部16との間に介在するとともに嵌着座15に内接し、後部シール4が切り欠きリング23を介してタービンディスク2に拘束された状態になる。

【0014】後部シール4の外縁部には、シール周方向に延びるリテーナ24が一体的に形成されている(図8参照)。

【0015】このリテーナ24は、後部シール4をタービンディスク2の後端に装着した際に、ダブルテール嵌合溝10に嵌合した高圧タービン動翼3のダブルテール7の後端に当接して、高圧タービン動翼3のディスク軸線方向後方への変位を拘束している。

【0016】前部シール5の内縁部には、シール軸線方向前方へ張り出し且つシール周方向に延びる嵌着座17と、該嵌着座17のシール軸線方向後縁部からシール径方向内方へ向ってシール周方向に等間隔の突出するリング受け部18と、嵌着座17のシール軸線方向前縁部からシール径方向内方へ突出し且つ前記の回り止め凹部21に嵌合可能な回り止め凸部22とが設けられている(図10参照)。

【0017】上記のリング受け部16の間隔及び突出寸法は、タービンディスク2のリング押え部14の間隔及び突出寸法と等しくなるように設定されている。

【0018】この前部シール5は、C形止め輪状の切り欠きリング25を介してタービンディスク2の前端に装着されている(図12から図17参照)。

【0019】前部シール5をタービンディスク2の前端に装着する際には、タービンディスク2の嵌着座13に切り欠きリング25を、該切り欠きリング25の前端面がリング押え部14のディスク軸線方向後側に位置するように外嵌させ、切り欠きリング25の外径が縮小するように、該切り欠きリング25の両端部を相互に近接した状態に拘束しておく。

【0020】次いで、タービンディスク2のリング押え部14の間にリング受け部18が位置するように、前部シール5をタービンディスク2の前端に同軸に対峙させたうえで、シール軸線方向後方へ前部シール5を移動させ、リング受け部18を切り欠きリング25よりもシール軸線方向後方に位置させる。

【0021】更に、回り止め凹部21に回り止め凸部22が嵌合し且つシール軸線方向に見て、リング押え部14とリング受け部18とが重なり合うように、前部シール5をシール周方向へ回動させた後、切り欠きリング25の両端部の拘束を解除して、該切り欠きリング25の外径を拡大させる。

【0022】これにより、切り欠きリング25がリング

押え部14とリング受け部18との間に介在するとともに嵌着座17に内接し、前部シール5が切り欠きリング25を介してタービンディスク2に拘束された状態になる。

【0023】前部シール5の外縁部には、シール周方向に延びるリテーナ26が一体的に形成されている(図8参照)。

【0024】このリテーナ26は、前部シール5をタービンディスク2の前端に装着した際に、ダブルテール嵌合溝10に嵌合した高圧タービン動翼3のダブルテール7の前端に当接して、高圧タービン動翼3のディスク軸線方向前方への変位を拘束している。

【0025】また、リテーナ26は、ブラットホーム6とタービンディスク2の外周面との間の空隙、並びにダブルテール7の端部とダブルテール嵌合溝10の内底部との間の空隙をディスク軸線方向前方側から閉塞して、高圧タービン静翼32により整流される燃焼器31からの燃焼ガスが、ブラットホーム6とタービンディスク2の外周面との間の空隙を通過することを抑止する。

【0026】これにより、燃焼ガスの圧力エネルギーが無駄なく高圧タービンのタービンロータの回転力に変換され、更に、高圧タービンのタービンロータを回転させた燃焼ガスは、低圧タービン静翼33により整流された後、低圧タービンのタービンロータを回転させる。

【0027】なお、図8において、27、28はラビリンスシール、29、30はワイヤシールを表している。

【0028】ラビリンスシール27は、後部シール4のシール外縁と内縁との中間部分からシール軸線方向後方へ張り出し且つシール周方向に延びるように形成されている。

【0029】ラビリンスシール28は、前部シール5のシール外縁と内縁との中間部分からシール軸線方向前方へ張り出し且つシール周方向に延びるように形成されている。

【0030】ワイヤシール29は、後部シール4のリテーナ24のシール軸線方向前端に設けた周方向に延びる溝に、タービンディスク2の後端に当接するように嵌入されている。

【0031】ワイヤシール30は、前部シール5のリテーナ26のシール軸線方向後端に設けた周方向に延びる溝に、タービンディスク2の前端に当接するように嵌入されている。

【0032】

【発明が解決しようとする課題】ところが、図8から図17に示す航空用エンジンにおいて、エンジン出力を増強するために、燃焼器31から噴出される燃焼ガスの高圧タービン入口における温度を、約1600℃程度まで上昇させ、より大きな圧力エネルギーが高圧タービン動翼3に付与されるようにしてエンジンの高回転数化並びに高温化を図ろうとする場合、リテーナ26の材料強度

が燃焼ガスの温度の上昇により低下するとともに、遠心力に起因してリテーナ26に作用する周方向応力が過大になって、リテーナ26が健全な状態を保持できなくなる。

【0033】本発明は上述した実情に鑑みてなしたもので、高回転数化並びに高温化を図ることが可能なタービンロータを提供することを目的としている。

【0034】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の請求項1に記載のタービンロータでは、外縁部にディスク軸線方向へ延びるダブテール嵌合溝が周方向に等間隔に設けられたタービンディスクと、該タービンディスクの外周部に対峙するプラットホームからディスク径方向内方へ延びて前記のダブテール嵌合溝に嵌合するダブテール及びプラットホームからディスク径方向外方へ延びる動翼本体を有するタービン動翼と、ダブテールの後端に当接するリテーナを有し且つタービンディスクの後端に装着された環状の後部シールと、プラットホームとタービンディスクの外周面との間に形成される空隙をディスク軸線方向前方側から閉塞し且つディスク周方向に連なるように配置された複数の分割リテーナと、該分割リテーナをダブテールの前端に対して押圧するようにタービンディスクの前端に装着された環状の前部シールとを備えている。

【0035】また、本発明の請求項2に記載したタービンロータでは、上述した本発明の請求項1に記載のタービンロータの構成に加えて、タービンディスクの前端に、ディスク軸線方向前方へ突出する突出部を設け、分割リテーナのそれぞれに、前記の突出部に嵌合する径方向移動防止用凹陥部を形成している。

【0036】更に、本発明の請求項3に記載したタービンロータでは、上述した本発明の請求項1あるいは請求項2のいずれかに記載のタービンロータの構成に加えて、分割リテーナのそれぞれに、タービンディスクのダブテール嵌合溝のディスク軸線方向前端部に嵌合する周方向移動防止用突起を設けている。

【0037】本発明の請求項1乃至請求項3に記載したタービンロータのいずれにおいても、タービンディスクの前端にディスク周方向に沿うように配置した複数の分割リテーナを、タービンディスクに装着した前部シールによりタービンディスクの前端へ押圧して、高圧タービン動翼のディスク軸線方向前方への変位を拘束するとともに、プラットホームとタービンディスクの外周面との間の空隙をディスク軸線方向前方側から閉塞し、分割リテーナのそれぞれに対して周方向応力が作用しないようにする。

【0038】また、本発明の請求項2に記載したタービンロータにおいては、タービンディスクの前端の突出部に、分割リテーナの径方向移動防止用凹陥部が嵌合し、当該分割リテーナの径方向への移動を防止する。

【0039】更に、本発明の請求項3に記載したタービンロータにおいては、タービンディスクのダブテール嵌合溝の前端部に、分割リテーナの周方向移動防止用突起が嵌合し、当該分割リテーナの周方向への移動を防止する。

【0040】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0041】図1から図7は本発明のタービンロータの実施の形態の一例を示すもので、このタービンロータは、高圧タービンシャフト1に同軸にボルト締結されたタービンディスク2と、該タービンディスク2の外縁部に周方向に等間隔に装着された複数の高圧タービン動翼3と、タービンディスク2の後端に同軸に装着された後部シール4と、タービンディスク2の前端に同軸に装着された前部シール35と、タービンディスク2の前端にディスク周方向に連なるよう配置された複数の分割リテーナ36とを備えている。

【0042】タービンディスク2、高圧タービン動翼3、後部シール4の基本的な構造及び部材相互の取付状態は、図8から図17に示すものと同様であり、図中、図8から図17と同一の符号を付した部分は同一物を表している。

【0043】タービンディスク2の前端径方向外縁近傍部分には、ディスク軸線方向前方へ向って突出する突出部40が一体的に形成されている。

【0044】前部シール35は、鍛造用ニッケル系合金によって形成されている。

【0045】前部シール35の内縁部には、先に述べた前部シール5（図8、図10から図17参照）と同形状の嵌着座17、リング受け部18、回り止め凸部（図1に置いては図示されていない）が設けられており、前部シール35は、前部シール5と同様な手順で切り欠きリング25を介してタービンディスク2の前端に装着されている。

【0046】前部シール35の外縁部には、シール周方向に延び且つタービンディスク2の前端及びダブテール嵌合溝10に嵌合された高圧タービン動翼3のダブテール7の前端に対峙する押圧部34が設けられており、該押圧部34は、ダブテール7の端部とダブテール嵌合溝10の内底部との間の空隙をディスク軸線方向前方側から閉塞している（図1及び図2参照）。

【0047】また、前部シール35には、シール外縁と内縁との中間部分からシール軸線方向前方へ張り出し且つシール周方向に延びるラビリンスシール28が形成されている（図3及び図4参照）。

【0048】更に、前部シール35の縦断面形状及び重心位置は、該前部シール35がタービンディスク2とともに高回転数で回転した際に、シール軸線方向後端側へ向って押圧部34が傾き得るように設定されている。

【0049】分割リテーナ36は、鋳造用ニッケル系合金によって形成されている。

【0050】分割リテーナ36は、シール軸線方向前方から見ると、環状体を周方向に複数に分割した緩湾曲帯形状を呈し、シール周方向から見ると、シール径方向内縁部分及び外縁部分の双方に対してシール径方向中間部分が、先に述べたタービンディスク2の突出部40に応じてシール軸線方向前方へ突出した屈曲形状を呈し（図5から図7参照）、当該シール径方向中間部分が、突出部40に嵌合可能な凹陥部37になっている。

【0051】この分割リテーナ36は、前記の凹陥部37にタービンディスク2の突出部40が嵌合し、また、後端シール径方向内方寄り縁部にタービンディスク2のディスク軸線方向前端が面接触するとともに、後端シール径方向外方寄り縁部に高压タービン動翼3のダブテール7の前端が面接触するように、タービンディスク2のディスク軸線方向前端と前部シール35の押圧部34との間に介在し且つ前部シール35の押圧部34によりタービンディスク2の前端へ押圧されて、高压タービン動翼3のディスク軸線方向前方への変位を拘束している（図1参照）。

【0052】更に、分割リテーナ36は、ブラットホーム6とタービンディスク2の外周面との間の空隙をディスク軸線方向前方側から閉塞し、この分割リテーナ36と先に述べた前部シール35とによって、高压タービン静翼32により整流される燃焼器31からの燃焼ガスが、ブラットホーム6とタービンディスク2の外周面との間の空隙を通過することを抑止している。

【0053】また、分割リテーナ36は、凹陥部37がタービンディスク2の突出部40に嵌合することにより、シール径方向への移動を拘束されている（図2、図3、図5及び図6参照）。

【0054】分割リテーナ36の後端には、タービンディスク2の所定のダブテール嵌合溝10にディスク径方向両側から係合する突起38が形成されており、この突起38が、分割リテーナ36のシール周方向への移動を拘束している（図5及び図7参照）。

【0055】更に、分割リテーナ36の後端には、シール軸線方向に延びるシール溝39が設けられ、該シール溝39には、ワイヤシール30がタービンディスク2の前端に当接するように嵌入されている。

【0056】上述したように、図1から図7に示すタービンロータにおいては、タービンディスク2の前端にディスク周方向に沿うように配置した複数の分割リテーナ36によって、高压タービン動翼3のディスク軸線方向前方への変位を拘束し、また、ブラットホーム6とタービンディスク2の外周面との間の空隙をディスク軸線方向前方側から閉塞するので、燃焼器31から噴出される燃焼ガスの高圧タービン入口における温度を上昇させ、エンジンの高回転数化を図っても、遠心力に起因した過

大な周方向応力が分割リテーナ36に作用することがなく、該分割リテーナ36を健全な状態に保持できる。

【0057】更に、分割リテーナ36の部材形状が、図8に示す従来のリテーナ26を一体的に有する前部シール5に比べて小さいので、分割リテーナ36を鋳造用ニッケル系合金によって容易に形成することができる。

【0058】なお、本発明のタービンロータは上述した実施の形態のみに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加え得ることは勿論である。

【0059】

【発明の効果】以上述べたように、本発明のタービンロータでは、下記のような種々の優れた効果を奏し得る。

【0060】（1）本発明の請求項1乃至請求項3に記載したタービンロータのいずれにおいても、タービンディスクの前端にディスク周方向に沿うように配置した複数の分割リテーナを、タービンディスクに装着した前部シールによりタービンディスクの前端へ押圧して、高压タービン動翼のディスク軸線方向前方への変位を拘束するとともに、ブラットホームとタービンディスクの外周面との間の空隙をディスク軸線方向前方側から閉塞するので、遠心力に起因した過大な周方向応力が分割リテーナのそれぞれに対して作用せず、燃焼ガスの高圧タービン入口における温度を上昇させてエンジンの高回転数化を図ることが可能になる。

【0061】（2）本発明の請求項2に記載したタービンロータにおいては、タービンディスクの前端に設けた突出部に、分割リテーナに形成した径方向移動防止用凹陥部が嵌合するので、分割リテーナの径方向への移動を防止することができる。

【0062】（3）本発明の請求項3に記載したタービンロータにおいては、タービンディスクのダブテール嵌合溝の前端部に、分割リテーナに設けた周方向移動防止用突起が嵌合するので、分割リテーナの周方向への移動を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のタービンロータの実施の形態の一例を適用した航空用エンジンを示す縦断面図である。

【図2】図1における分割リテーナと高压タービン動翼との位置関係を示す部分図である。

【図3】図2のIII-III矢視図である。

【図4】図2のIV-IV矢視図である。

【図5】図1における分割リテーナ単体のディスク径方向断面図である。

【図6】図5のVI-VI矢視図である。

【図7】図5のVII-VII矢視図である。

【図8】従来のタービンロータの一例を適用した航空用エンジンを示す縦断面図である。

【図9】図8におけるタービンディスクと高压タービン動翼との嵌合状態を示す部分図である。

【図10】図8における前部シール及び後部シールの締結部分の形状を示す部分図である。

【図11】図8におけるタービンディスクの締結部分の形状を示す部分図である。

【図12】図8における前部シール及び後部シールとタービンディスクとの締結状態を示す部分図である。

【図13】図12のXIII-XIII矢視図である。

【図14】図12のXIV-XIV矢視図である。

【図15】図12のXV-XV矢視図である。

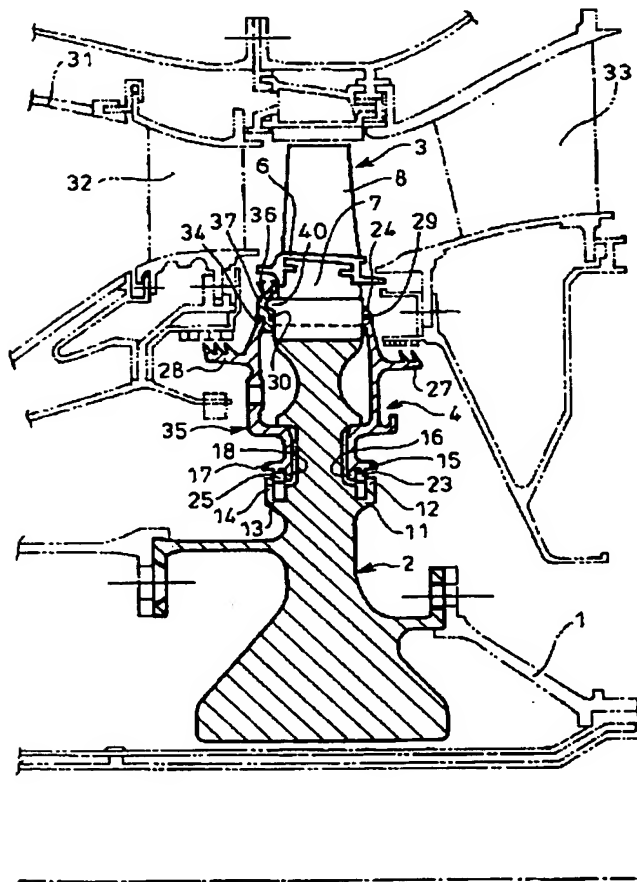
【図16】図12のXVI-XVI矢視図である。

【図17】図12のXVII-XVII矢視図である。

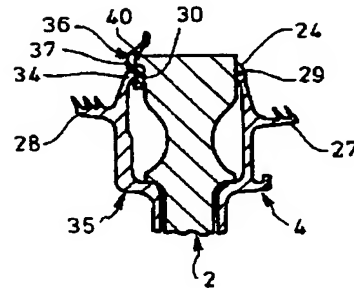
【符号の説明】

- 2 タービンディスク
- 3 高圧タービン動翼（タービン動翼）
- 4 後部シール
- 6 フラットホーム
- 7 ダブテール
- 8 動翼本体
- 10 ダブテール嵌合溝
- 35 前部シール
- 36 分割リテーナ
- 37 凹陥部（径方向移動防止用凹陥部）
- 38 突起（周方向移動防止用突起）
- 40 突出部

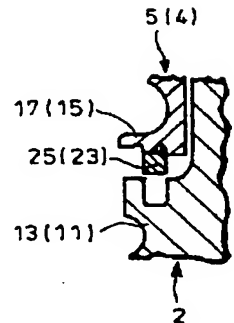
【図1】



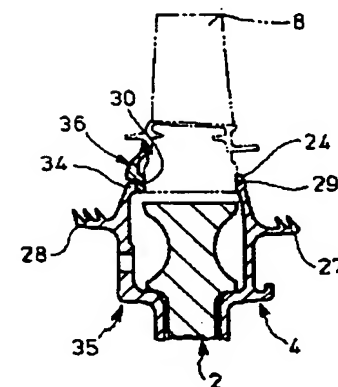
【図3】



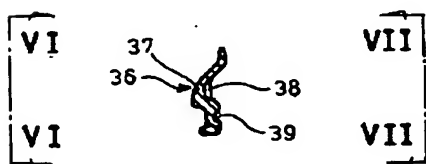
【図17】



【図4】



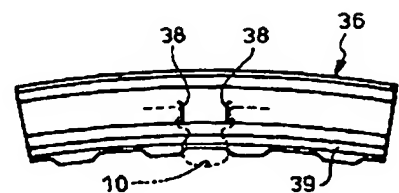
【図5】



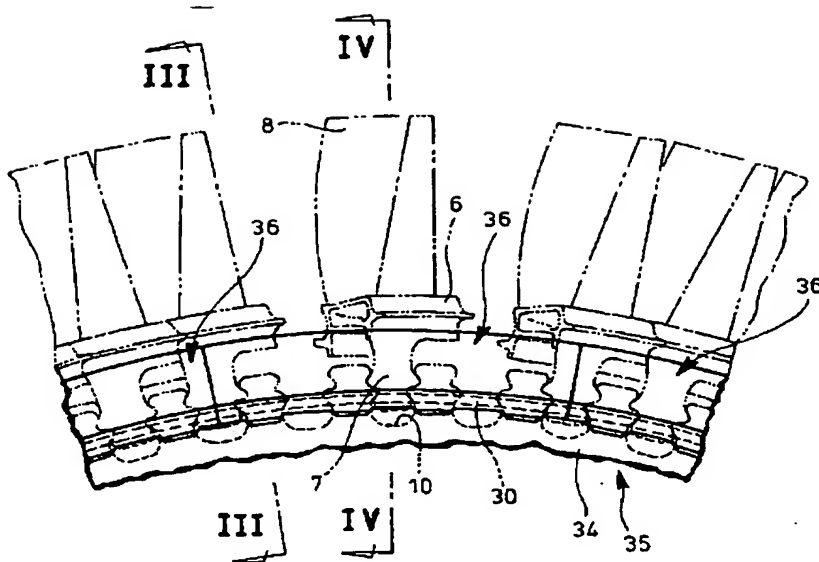
【図6】



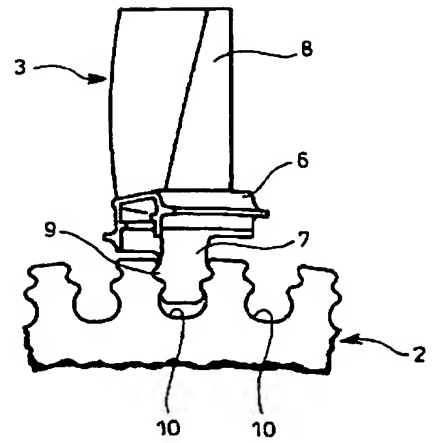
【図7】



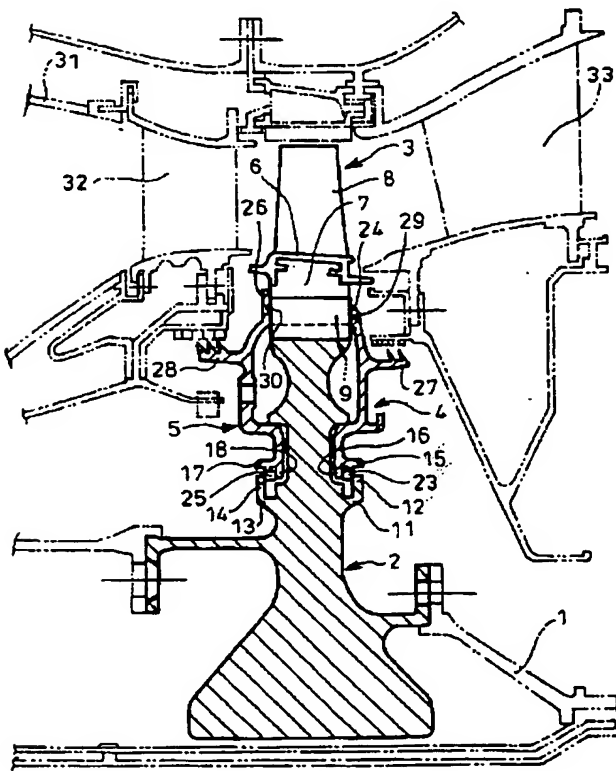
【図2】



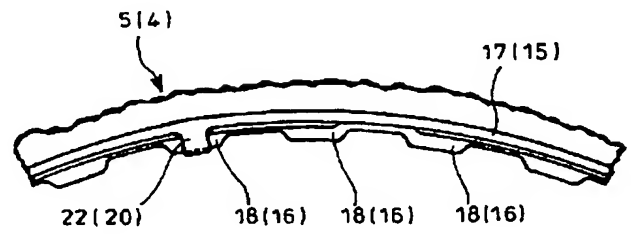
【図9】



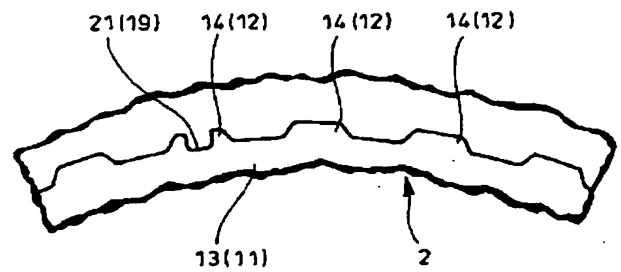
【図8】



【図10】

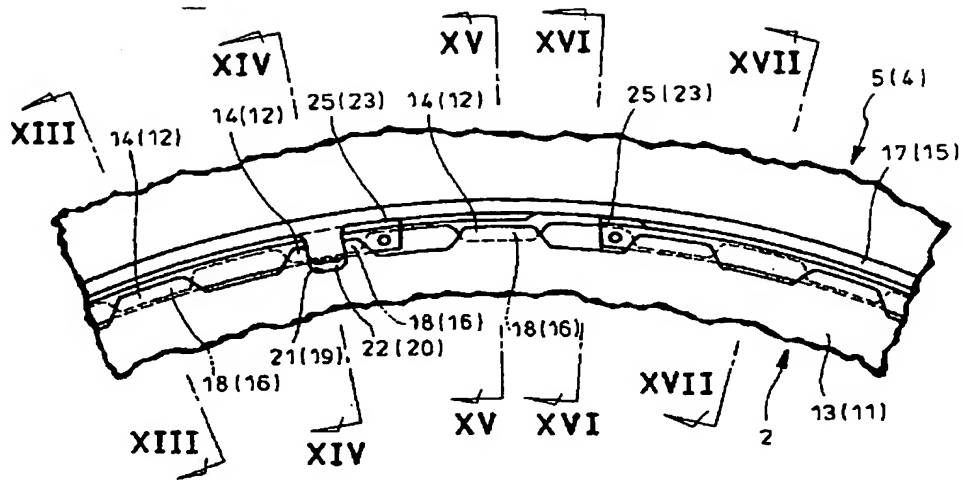


【図11】

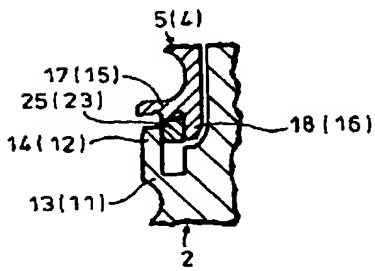




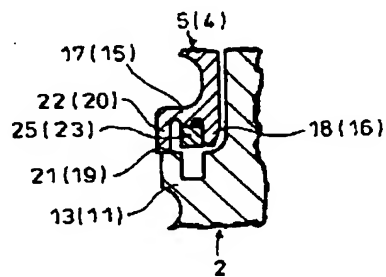
【図12】



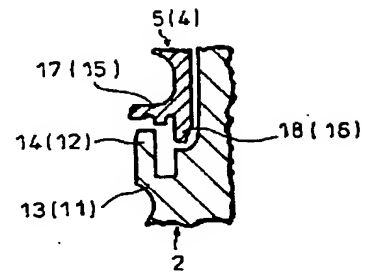
【図13】



【図14】



【図15】



【図16】

